

#3 Priority
Papers
Smo 2-18-00

S/N Unknown

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	JUNG, et al.	Examiner:	Unknown
Serial No.:	Unknown	Group Art Unit:	Unknown
Filed:	November 12, 1999	Docket No.:	9983.97US01
Title:	METHOD FOR CONTROLLING TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL WINDOW SIZE IN ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE NETWORK		



CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.10

'Express Mail' mailing label number: EL435540165US

Date of Deposit: November 12, 1999

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231.

By:

Linda McCormick
Name: Linda McCormick

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Applicants enclose herewith one certified copy of a Korea application, Serial No. 1999-17310, filed May 14, 1999, the right of priority of which is claimed under 35 U.S.C. Section 119.

Respectfully submitted,

MERCHANT & GOULD, P.C.
3100 Norwest Center
90 South Seventh Street
Minneapolis, Minnesota 55402
(612) 332-5300

Dated: November 12, 1999

By

DPM

Douglas P. Mueller
Reg. No. 30,300

DPM/sef

jc688 U.S. PTO
09/439206
11/12/99

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 1999년 특허출원 제17310호
Application Number

출원년월일 : 1999년 5월 14일
Date of Application

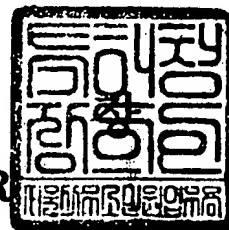
출원인 : 한국전기통신공사
Applicant(s)



1999년 10월 27일

특허청

COMMISSIONER



【서류명】	출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	1999.05.14
【발명의 명칭】	비동기전송모드 (A T M) 망에서 전송제어프로토콜(T C P) 원 도우 사이즈 제어 방법
【발명의 영문명칭】	Method for Transmission Control Protocol window size contr ol in Asynchronous Transfer Mode
【출원인】	
【명칭】	한국전기통신공사
【출원인코드】	2-1998-005456-3
【출원인】	
【성명】	정재일
【출원인코드】	4-1999-032265-1
【대리인】	
【성명】	이권희
【대리인코드】	9-1998-000367-7
【포괄위임등록번호】	1999-021274-1
【포괄위임등록번호】	1999-035116-9
【대리인】	
【성명】	이정훈
【대리인코드】	9-1998-000350-5
【포괄위임등록번호】	1999-021275-8
【포괄위임등록번호】	1999-035115-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정재일
【성명의 영문표기】	JUNG, Jae I I
【주민등록번호】	590114-1000720
【우편번호】	133-070
【주소】	서울특별시 성동구 행당동 17 한양대학교 공과대학 전자전 기공학부
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 강성원
【성명의 영문표기】 KANG, Sung Won
【주민등록번호】 600303-1001119
【우편번호】 305-390
【주소】 대전광역시 유성구 전민동 463-1
【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 서영수
【성명의 영문표기】 SE0, Young Soo
【주민등록번호】 680901-1042016
【우편번호】 305-390
【주소】 대전광역시 유성구 전민동 463-1
【국적】 KR

【신규성주장】

【공개형태】 학술단체 서면발표
【공개일자】 1998. 11. 14

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이권희 (인) 대리인
 이정훈 (인)

【수수료】

【기본출원료】	17 면	29,000 원
【가산출원료】	0 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	7 항	333,000 원
【합계】		362,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 비동기전송모드(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 사이즈 제어 방법에 관한 것으로, 자원관리자(RM) 셀 내의 익스플리시트 레이트(Explicit Rate : ER) 값을 이용하여 TCP 혼잡 윈도우 크기 (congestion window size)를 결정함으로써, 상기 ER 값에 맞추어 전송된 셀들은 스위치 알고리즘에 의해 드롭되거나 트래킹될 확률이 줄어들어서 결과적으로 재전송 비율을 감소시키는 효과를 제공한다.

【대표도】

도 2

【명세서】**【발명의 명칭】**

비동기전송모드(A T M) 망에서 전송제어프로토콜(T C P) 윈도우 사이즈 제어 방법
{Method for Transmission Control Protocol window size control in Asynchronous
Transfer Mode}

【도면의 간단한 설명】

도 1 은 본 발명이 적용되는 ABR 서비스 상의 TCP 서비스를 제공하기 위한 개략적인
망 구성을 나타내는 블록도.

도 2 는 본 발명에 따른 TCP에서의 윈도우 사이즈 제어 과정을 나타내는 순서도.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

- 11 : ATM 스위치 12 : ATM 송신 단말장치
- 121 : ATM 송신 단말장치의 ATM 계층
- 122 : ATM 송신 단말장치의 TCP 계층
- 13 : ATM 수신 단말장치
- 131 : ATM 수신 단말장치의 ATM 계층
- 132 : ATM 수신 단말장치의 TCP 계층

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <10> 본 발명은 비동기전송모드(Asynchronous Transfer Mode : 이하 ATM이라 칭한다) 망에서 전송제어프로토콜(Transmission Control Protocol : 이하 TCP라 칭한다) 윈도우 사이즈 제어 방법에 관한 것으로, 상세하게는 가용비트레이트(Available Bit Rate : 이하 ABR이라 칭한다) 서비스상에서 사용되는 신뢰성 있는 망 정보인 자원관리자(Resource Management : RM) 셀 내의 익스플리시트 레이트(Explicit Rate : 이하 ER이라 칭한다) 값을 이용하여 TCP 혼잡 윈도우 크기 (congestion window size)를 결정하므로써, ATM 망에서 ABR 서비스 상에서의 TCP의 성능을 향상시키기 위한 TCP 윈도우 사이즈 제어 방법에 관한 것이다.
- <11> 일반적으로 ABR 서비스는 ATM 망에서 데이터 응용을 지원하기 위하여 개발되었으며, TCP는 현재 사용되는 데이터망에서 가장 널리 이용되는 트랜스포트 계층 프로토콜이다.
- <12> 현재 TCP의 윈도우 기반 흐름제어는 수신 측에서 보내오는 긍정응답 신호 (Acknowledgement : ACK)를 이용하여 패킷의 손실을 예측하는 방식이다. 이러한 방식은 실제로 패킷의 손실이 발생해야 망의 혼잡 상태를 감지할 수 있으며, 때로는 잘못된 패킷 손실의 예측으로 불필요한 재전송을 하기도 한다.
- <13> 이때의 패킷 손실 예측 방법은 유일하게 TCP 타임아웃(timeout)에 의한 패킷의 손실 예측으로 망의 혼잡 상태를 감지하는 방법이었다. 그러나 이 방법은 망의 혼잡 상태가 어느 정도인가를 알 수 없는 바, 이는 TCP의 피드백이 단지 수신 측 TCP에 의해 제공되기 때문이

다.

- <14> 현재 TCP의 윈도우 기반 흐름제어는 수신 측에서 보내오는 긍정응답(ACK) 신호를 이용하여 패킷의 손실을 예측하여, 윈도우 크기를 증가/감소시킨다. 이러한 단조로운 윈도우 크기의 증감은 망의 혼잡 상태를 정확하게 알지 못하기 때문에 윈도우 크기가 망에서 허용 가능한 크기를 넘어서게 되면 패킷 손실과 그에 따른 재전송이 이어지고, 또다시 윈도우 크기의 증감과 재전송이 반복되게 된다.
- <15> 또한 ABR 서비스 상의 TCP에서는 망의 상황에 따라 지연의 변화가 크기 때문에 재전송 타임아웃(Retransmission Time Out : 이하 RTO라 칭한다) 값도 커지게 되며 실제 패킷 손실이 발생한 경우, RTO 만큼 기다려야 손실을 감지하게 되므로 전체 성능의 커다란 손실을 가져온다. 'TCP-레노(TCP-Reno)'와 'TCP-베가(TCP-Vegas)'에서 제안된 방식에서는 RTO 만큼 기다리게 되는 경우가 많이 줄어들었다. 하지만 재전송에 따른 윈도우 크기의 감소와 복구는 여전히 TCP 전송율(throughput)의 저하 요인으로 작용하는 문제가 있다.
- <16> 기존의 ABR 서비스 상의 TCP에서 TCP가 사용 가능한 대역폭은 시간에 따라 유동적이다. 따라서 기존의 TCP에서 사용 가능한 대역폭까지의 빠른 복구(exponential increase 또는 fast-recovery)와 그때부터의 선형 증가(linear increase)를 통한 전송은 큰 의미를 가지지 못한다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <17> 본 발명은 상기에 기술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해, ATM 망에서 ABR 서비스의 RM 셀 정보를 이용한 TCP 혼잡 윈도우 크기를 조절하는 방법을 제안하는 것을 목적으로 한다.

<18> 즉, 상기 방식은 TCP 혼잡 윈도우 크기 결정에 망의 혼잡 상태를 나타내는 신뢰성 있는 정보(RM 셀 내의 ER 값)를 사용하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<19> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 송신측 ATM 단말장치에서 수신측 ATM 단말장치로 데이터 전송시 윈도우 사이즈를 망의 혼잡 정보를 이용하되, 상기 망의 혼잡 정보로는 자원 관리자(RM)셀 내의 익스플리시트 레이트(Explicit Rate) 값을 포함하여 계산하는 것을 특징으로 한다.

<20> 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, ATM 송신 단말장치에서 자원 관리자(RM)셀을 수신하는 과정과;

<21> 상기 수신한 자원관리자(RM)셀 내의 익스플리시트 레이트(Explicit Rate) 값을 ATM 송신 단말장치 내의 전송제어프로토콜 계층으로 전달하는 과정과;

<22> 상기 익스플리시트 레이트 값을 수신하면 계산할 혼잡 윈도우를 1로 설정하는 과정과;

<23> 상기 ATM 수신 단말장치로부터 긍정응답신호가 수신되면 혼잡 윈도우를 계산하는 과정과;

<24> 상기 혼잡 윈도우 값이 계산되면 윈도우 크기를 계산하여 이 크기에 따라 데이터를 ATM 수신 단말장치로 전송하는 과정을 구비하는 것을 특징으로 한다.

<25> 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

<26> 본 발명에서는 ATM 계층의 RM 셀 정보를 이용하여 TCP 윈도우 크기를 결정하는 방

법으로 ER모드 ABR(Explicit rate mode ABR) 스위치 알고리즘을 사용하며, ABR에서 사용하는 RM 셀 내부의 ER 필드는 망의 각 노드들이 수용 가능한 전송율 중 가장 작은 값을 저장하고 송신 측으로 되돌아오는데, 이 ER 값을 TCP 계층에 전달하면 TCP에서는 패킷의 손실 이전에 망의 상황을 알 수 있고 그에 대처하므로써 TCP의 성능을 향상시킬 수 있다.

<27> ER 값의 사용은 각 ATM 가상회로(Virtual Circuit : VC)의 공평성 (fairness)과 안정성(stability)을 보장하므로 각 TCP 연결의 공평성과 안정성 역시 보장한다.

<28> 본 발명에 의한 TCP 윈도우 사이즈 제어 알고리즘은 다음과 같다.

<29> - 송신 측 단말장치의 ATM 계층의 변형

<30> RM 셀이 수신되면, RM 셀 내의 ER값을 TCP로 전달한다.

<31> - 송신 측 단말장치의 TCP 계층의 변형

<32> 매 긍정응답 신호(ACK) 마다 TCP 송신 측은 다음의 관계를 설정한다.

<33> $awnd = \text{MIN} [\text{credit}, \text{cwnd}]$ ----- (1)

<34> 여기서 'awnd'는 허락된 윈도우 (allowed window)이고, 'credit'는 TCP 수신 측이 받을 수 있는 데이터의 양이고, 'cwnd'는 혼잡 윈도우 (congestion window)를 의미한다.

<35> 이때 'cwnd'의 값은 ER 값과 'cwnd' 값의 매핑에 의해 결정되며, 이는 기존의 TCP 윈도우 사이즈 제어 방법과 다른 점의 하나이다.

<36> 이 매핑은 TCP 송신 측이 최적의 윈도우 크기를 결정하도록 하며, 이 결정은 망의 폭주 상황을 야기 시키지 않을 뿐만 아니라, 주어진 TCP 연결에게 제공 가능한 대역폭을 효율적으로 사용토록 한다.

<37> TCP 혼잡 윈도우 크기인 'cwnd' 는 다음과 같은 매핑에 의해 결정된다. 우선 TCP 계

총의 전송 가능한 전송율을 다음과 같이 구한다.

$$\text{TCP 전송율} = \text{last_ER} * \frac{48}{53} * \frac{31}{32} * \frac{\text{TCPMSS}}{\text{TCPMSS} + 56\text{bytes}} \quad (2)$$

<39> 여기서 'TCP_MSS'는 TCP 계층의 최대 조각 크기 (maximum segment size)이며, ABR에서 한 연결이 사용 가능한 대역폭인 상기 'last_ER' 값에 ATM 셀, RM 셀, TCP, 인터넷 프로토콜(Internet Protocol : IP), ATM 적응계층5(ATM Adaptation Layer 5 : AAL5), 인터넷권고안 1577(Internet Engineering Task Force Request For Comments 1577 : RFC 1577)의 오버헤드(overhead)들을 위 식과 같이 제거하면 실제로 TCP 계층에서 전송 가능한 전송율이 구해진다.

$$\text{cwnd} = \text{TCP 전송율} * \text{estimated_RTT} * \text{safety_factor} \quad (3)$$

<41> 여기서 'estimated RTT'는 패킷이 왕복하는데 걸리는 시간의 추정값(estimated Round Trip Time)이며, 'safety factor'는 망의 상황과 RTT의 변화를 보상하기 위하여 사용되는 수치이다.

<42> 구해진 값에 적절한 안전계수(safety_factor(s<1))를 곱하여 사용하므로써 망 상황의 급격한 변화와 부정확한 RTT의 영향을 보상하여 TCP 레벨의 전송율을 조절한다. 재전송 메카니즘은 기존 TCP의 재전송 메카니즘을 그대로 이용한다.

<43> 도 1 은 본 발명이 적용되는 ABR 서비스 상의 TCP 서비스의 구성도로, TCP 계층에서의 피드백 제어 루프와 ATM 계층에서의 피드백 제어 루프를 표시하고 있다. ATM 송신 단말장치(12)의 ATM 계층(121)은 망을 통해 되돌아오는 RM 셀을 연속적으로 수신하게 된다. RM 셀의 ER 값은 그대로 ATM 송신 단말장치(12)의 TCP 계층(122)으로 전달되고, 이를 전달받은 ATM 송신 단말장치(12)의 TCP 계층(122)은 ER 값으로부터 결정된 혼잡

윈도우 크기(cwnd)와 TCP 계층에서의 피드백 제어 루프의 정보인 'credit'을 이용하여 식 (1)과 같이 허락된 윈도우 크기(awnd)를 구한다.

<44> 여기서 미 설명된 '11'은 ATM 스위치이며, '131'는 ATM 수신 단말장치(13)의 ATM 계층(131)이고, '132'는 ATM 수신 단말장치(13)의 TCP 계층(132)이다.

<45> 도 2 는 본 발명에 따른 TCP에서의 윈도우 사이즈 제어 방법을 나타내는 순서도로, ATM 송신 단말장치(12)의 ATM 계층(121)과 TCP 계층(122) 간의 정보 전달 및 허락된 윈도우 크기(awnd)를 구하는 과정을 나타낸다.

<46> 먼저, ATM 송신 단말장치(12)의 ATM 계층(121)은 ATM 계층에서의 ABR 피드백 제어 루프의 RM 셀을 수신하게 되면 이 값을 'last_ER'값으로 치환한 후, TCP 계층(122)으로 전달한다(S1).

<47> 상기 'last_ER' 값을 수신한 ATM 송신 단말장치(12)의 TCP 계층(122)은 허락된 윈도우 크기(awnd)를 계산하기 시작하는 바, 송신 단말장치(12)의 TCP 계층(122)은 초기화 과정에서 'cwnd'를 1로 설정한다(S2). 허락된 윈도우 크기(awnd)의 결정은 매 긍정응답 신호(ACK)를 수신하는 시점에서 구동되며(S3), 상기 식 (2)와 (3)을 통해 'cwnd' 값을 구한다(S4).

<48> 또한 식 (1)과 같이 허락된 윈도우 크기(awnd)를 구하여 그 시점에서 전송 가능한 양을 수신측으로 전송한다(S5).

<49> 허락된 윈도우 크기를 구한 후, 기존의 TCP 알고리즘이 그대로 적용된다. 이때 허락된 윈도우 크기(awnd)는 현재 시점에서 슬라이딩 윈도우의 우측 가장자리를 나타내며, 전송 가능한 양은 'awnd' 값과 마지막으로 보냈던 데이터의 양 (즉, 이미 전송된 ACK를 받지 못

한 데이터의 양)의 차이가 된다. 물론 이 값이 양(positive value)일 경우에 만 전송이 가능하다.

- <50> 도 3 은 본 발명에 따른 상기 알고리즘을 적용한 경우 TCP 성능 측정을 위한 시뮬레이션 결과이다. TCP의 성능 파라미터로 전송율(throughput)(Mbps)과 재전송 비율 (%)을 구한다. 상기 전송율(Throughput)은 전송된 양을 전송된 시간으로 나누어 구했고, 재전송 비율은 전체 전송된 패킷의 수로 재전송된 패킷의 수를 나누어 계산한다.
- <51> 시뮬레이션은 ABR 서비스 상에서 동작하는 5명의 파일전송프로토콜(File Transfer Protocol : FTP) 사용자와 n명의 온-오프(on-off) 고정비트율(Constant Bit Rate : CBR) 사용자가 150Mbps의 링크를 공유하고 있는 경우에 대해 행했으며, 각 링크의 길이(l_1, l_2, l_3)는 근거리통신망(LAN) 및 광대역망(WAN) 환경을 가정하기 위하여 각각 1Km, 100Km, 1Km 와 0.1Km, 1Km, 0.1Km의 길이에 대하여 수행한다.
- <52> 그리고 본 시뮬레이션에 사용된 파라미터들은 다음과 같다.
- <53> 링크 용량 = 150 Mbps
- <54> 링크 버퍼 = 1,000 셀(cells) (on-off CBR 사용자용), 2,500 셀(cells) (FTP 사용자용)
- <55> 온-오프 CBR 소스 온 타임(on time) = 84ms, 오프 타임(off time) = 84 ms
- <56> TCP 최대세그먼트크기(Maximum Segment Size : MSS) = 9,140 bytes
- <57> TCP 타이머 세분성(timer granularity) = 50 ms
- <58> TCP 최대 윈도우 크기 = 20 세그먼트(segments) = 182,800 bytes
- <59> 사용자 버퍼 크기 = 1,000,000 셀(cells)

- <60> ABR Nrm(포워드 RM셀들 사이의 셀 수 : Number of cells between Forward RM cells) = 32
- <61> 최대셀율(Peak Cell Rate : PCR) = 150 Mbps
- <62> 최소셀율(Minimum Cell Rate : MCR) = 0.1 Mbps
- <63> 초기셀율(Initial Cell Rate : ICR) = 5 Mbps
- <64> 레이트증가비율(Rate Increase Factor : RIF) = 1
- <65> 레이트감소비율(Rate Decrease Factor : RDF) = 1
- <66> 트랜지언트 버퍼 익스포저(Transient Buffer Exposure : TBE) = 512 cells
- <67> 백그라운드(Background) 트래픽은 고정된 대역폭을 TCP만 이용하는 경우에서의 성능을 측정하기 위하여 백그라운드 트래픽이 없는 경우를 가정하고, 망의 버스티니스가 큰 경우와 적은 경우를 위하여 각각 1명의 100Mbps 온-오프 CBR 사용자와 10명의 10Mbps 사용자를 가정한다. 5명의 10Mbps 사용자는 보다 망 자원의 여유가 많이 있는 경우에서 제안된 알고리즘의 동작을 알아보기 위하여 가정한다.
- <68> 각각의 망 상황에서 안전계수(safety_factor)(s)를 변화시켜가며 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과는 다음 표와 같다.
- <69> 표 1. 광대역망 시뮬레이션 결과

<70>	백그라운드 트래픽	수행 파라미터	변경 전	변경 후					
				s=0.2	s=0.3	s=0.4	s=0.5	s=0.6	s=0.7
0Mbps		처리능력	92.6	126.0	126.0	128.8	128.8	129.2	121.8
		재전송 비율	14.4	2.1	2.1	0.8	0.5	0.5	3.7
100Mbps*1		처리능력	67.4	82.3	82.7	83.3	81.6	78.7	75.5
		재전송 비율	9.7	4.5	1.0	2.2	3.4	6.2	7.3
10Mbps*10		처리능력	65.6	85.5	86.0	83.9	82.0	77.5	74.1
		재전송 비율	10.9	1.7	1.0	2.2	3.4	6.2	8.4
10Mbps*5		처리능력	75.6	105.9	107.0	107.6	105.8	100.5	94.4
		재전송 비율	15.0	1.8	1.3	0.8	1.7	4.4	7.4

<71>

표 2. 근거리전송망 시뮬레이션 결과

<72>	백그라운드 트래픽	수행 파라미터	변경 전	변경 후						
				s=0.2	s=0.3	s=0.4	s=0.5	s=0.6	s=0.7	s=0.8
0Mbps		처리능력	94.2	91.4	98.2	104.1	114.3	122.4	121.8	115.9
		재전송 비율	14.0	14.2	12.8	11.2	7.1	3.7	3.8	6.3
100Mbps*1		처리능력	67.4	67.3	70.0	72.6	75.1	76.6	74.9	73.2
		재전송 비율	10.3	11.1	11.2	10.4	8.9	7.5	8.0	8.9
10Mbps*10		처리능력	65.8	65.8	70.5	74.9	79.4	78.6	75.6	73.5
		재전송 비율	10.6	12.2	11.0	8.3	5.3	5.7	7.7	9.1
10Mbps*5		처리능력	76.6	78.3	82.2	89.2	98.3	101.4	96.8	92.8
		재전송 비율	14.8	13.5	12.9	10.3	5.8	4.0	6.3	8.4

<73>

위 모든 백그라운드 트래픽의 경우에서 제안된 방식을 이용하여 성능의 향상을 가져올 수 있음을 볼 수 있다. 기존 TCP의 윈도우 크기는 망의 상황에 상관없이 무조건적인 증가를 보이다가 정보의 손실과 그에 따르는 재전송 및 윈도우 크기의 증가를 반복하고 있으나, 변경된 알고리즘을 적용한 경우에는 망의 상황에 따라 윈도우 크기가 유동적으로 변한다.

<74>

TCP의 성능은 안전계수가 0.5 부근일 때 근거리통신망 및 광대역망 환경 모두에서 전송율의 현저한 향상과 재전송 비율의 감소를 가져옴을 볼 수 있다. 위와 같은 결과는 전송율의 향상 자체에도 큰 의의가 있지만, 재전송 비율을 줄이므로써 불필요한 망 자원의 낭비를 줄였다는 점에서도 그 의의를 찾을 수 있다.

<75>

즉, 안전계수가 0.5 일 때 전송율은 각 망의 상황에 따라 최고 28.3%에서 10.27%까

지의 증가를 보였고 재전송율도 현저한 감소를 보였다.

<76> 본 발명에 따른 ABR 서비스 상의 TCP 서비스를 위하여 제안된 TCP 윈도우 크기 제어 알고리즘을 TCP 송신 측에 적용하여 TCP 성능이 우수하게 향상됨을 확인하였다.

<77> 참고로 본 발명에 대한 기술내용은 '한국통신학회'지에 1998년 11월 14일자로 발표되었으며, 명칭은 'RM셀 정보를 이용한 TCP over ATM의 성능개선'이다.

【발명의 효과】

<78> 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 의해 ER 값에 맞추어 전송된 셀들은 스위치 알고리즘에 의해 드롭되거나 트래킹될 확률이 줄어들어서 결과적으로 재전송 비율을 감소시키는 효과를 제공한다.

<79> 아울러 본 발명의 바람직한 실시예들은 예시의 목적을 위해 개시된 것이며, 당업자라면 본 발명의 사상과 범위안에서 다양한 수정, 변경, 부가등이 가능할 것이며, 이러한 수정 변경 등은 이하의 특허 청구의 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

송신측 ATM 단말장치에서 수신측 ATM 단말장치로 데이터 전송시 윈도우 크기를 망의 혼잡 정보를 이용하되, 상기 망의 혼잡 정보로는 자원 관리자(RM)셀 내의 익스플리시트 레이트(Explicit Rate) 값을 포함하여 계산하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 크기 제어 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 익스플리시트 레이트 값은 망자원 관리 셀내에서 망의 각 노드가 수용하는 전송율의 최소값을 저장하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 크기 제어 방법.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 윈도우 크기는 하기 식에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 크기 제어 방법.

윈도우 크기 = 최소값[credit, cwnd]

(상기 credit는 전송제어프로토콜 수신측이 받을 수 있는 데이터의 양,

cwnd는 혼잡 윈도우로, 전송제어프로토콜 전송율 * estimated_RTT * 안전계수(safety_factor),

estimated_RTT 는 패킷이 왕복하는데 걸리는 시간의 추정값,

안전계수는 망의 상황과 RTT의 변화를 보상하기 위하여 사용되는 수치,

전송제어프로토콜 전송율은 $\text{last_ER} * \frac{48}{53} * \frac{31}{32} * \frac{TCP_MSS}{TCP_MSS + 56\text{bytes}}$,

last_ER은 현재 수신한 RM 셀 내의 ER 값,

TCP_MSS는 전송제어프로토콜 계층의 최대 조각 크기 임)

【청구항 4】

ATM 송신 단말장치에서 자원 관리자(RM)셀을 수신하는 과정과;

상기 수신한 자원 관리자(RM)셀 내의 익스플리시트 레이트(Explicit Rate) 값을
ATM 송신 단말장치 내의 전송제어프로토콜 계층으로 전송하는 과정과;

상기 익스플리시트 레이트(ER) 값을 수신하면 계산할 혼잡 윈도우를 1로 설정하는 과정과;

상기 ATM 수신 단말장치로부터 긍정응답신호가 수신되면 혼잡 윈도우를 계산하는 과정과;

상기 혼잡 윈도우 값이 계산되면 윈도우 크기를 계산하여 이 크기에 따라 데이터를
ATM 수신 단말장치로 전송하는 과정을 구비하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드
(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 사이즈 제어 방법.

【청구항 5】

제 4항에 있어서,

상기 혼잡 윈도우는 하기 식에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드
(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 사이즈 제어 방법.

혼잡 윈도우 = 전송제어프로토콜 전송율 * estimated_RTT * 안전계수
(safety_factor)

(상기 estimated_RTT는 패킷이 왕복하는데 걸리는 시간의 추정값,
안전계수는 망의 상황과 RTT의 변화를 보상하기 위하여 사용되는 수치 임)

【청구항 6】

제 4항에 있어서,

상기 전송제어프로토콜 전송율은 하기 식에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 사이즈 제어 방법.

$$\text{전송제어프로토콜 전송율} = \text{last_ER} * \frac{48}{53} * \frac{31}{32} * \frac{\text{TCP_MSS}}{\text{TCP_MSS} + 56\text{bytes}}$$

(상기 last_ER은 현재 수신한 RM 셀 내의 ER 값,
TCP_MSS는 전송제어프로토콜 계층의 최대 조각 크기 임)

【청구항 7】

제 4항에 있어서,

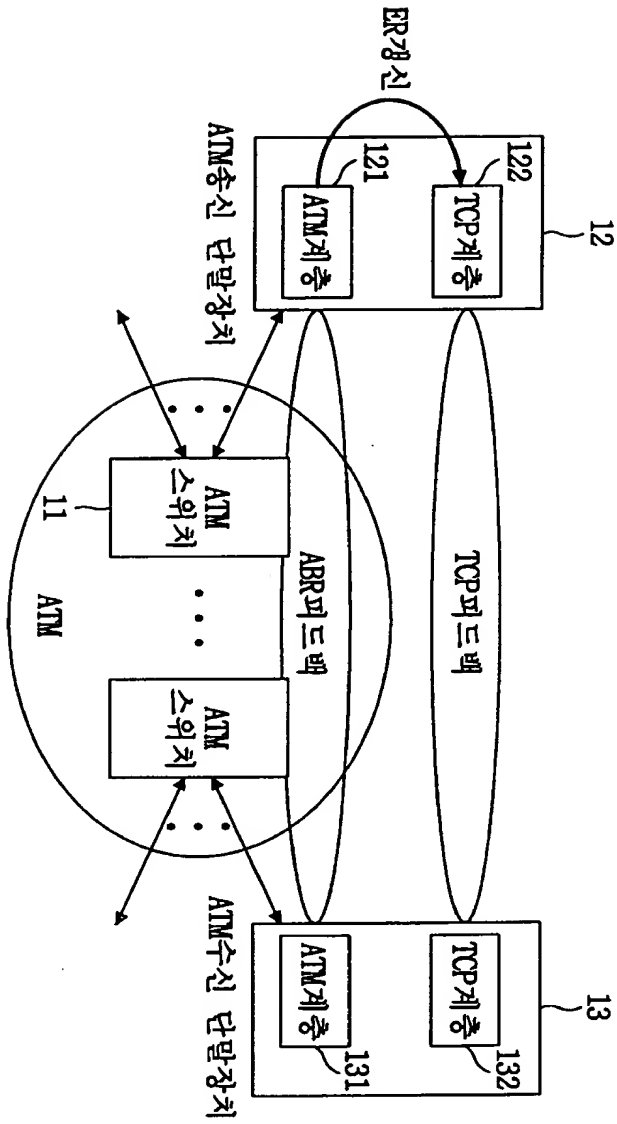
상기 윈도우 사이즈는 하기 식에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 비동기전송모드(ATM) 망에서 전송제어프로토콜(TCP) 윈도우 사이즈 제어 방법.

$$\text{윈도우 사이즈} = \text{최소값}[\text{credit}, \text{cwnd}]$$

(상기 credit는 전송제어프로토콜 수신측이 받을 수 있는 데이터의 양,
cwnd는 혼잡 윈도우 임)

【도면】

【도 1】



【도 2】

